



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Off nl ungsschrift  
⑩ DE 199 08 602 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 60 K 41/22  
F 16 H 63/46  
F 16 H 63/30

②1 Aktenzeichen: 199 08 602.8  
②2 Anmeldetag: 27. 2. 1999  
④3 Offenlegungstag: 14. 9. 2000

DE 199 08 602 A 1

⑦1 Anmelder:  
Getrag Getriebe- und Zahnradfabrik Hermann  
Hagenmeyer GmbH & Cie., 71636 Ludwigsburg, DE  
⑦4 Vertreter:  
Witte, Weller & Partner, 70178 Stuttgart

⑦2 Erfinder:  
Rühle, Günter, 74369 Löchgau, DE; Harst, Richard,  
74078 Heilbronn, DE; Seufert, Martin, 71229  
Leonberg, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 197 35 759 A1  
WO 93 10 378

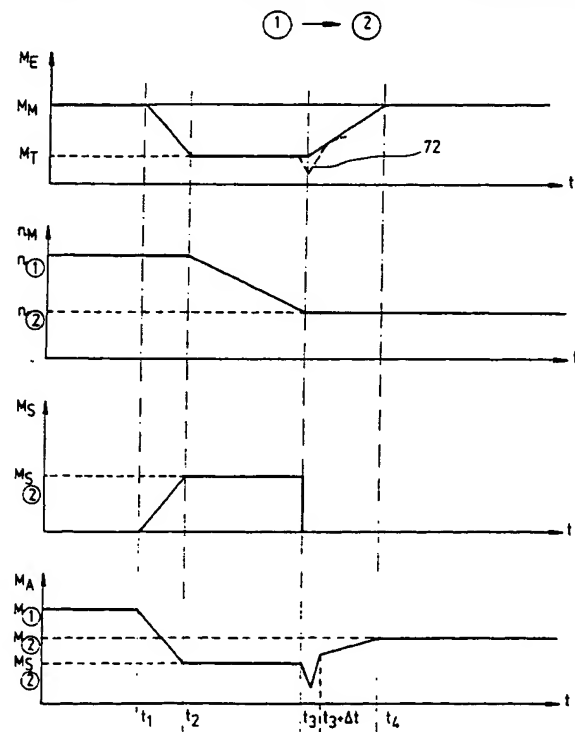
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Automatisierter Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug und Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges

⑤7 Es wird ein automatisierter Antriebsstrang (10) für ein Kraftfahrzeug vorgeschlagen, mit einer einzelnen Reibungskupplung (14), die mittels eines ersten Aktuators (60) betätigbar und eingangsseitig mit einem Motor (12) des Kraftfahrzeugs verbunden ist, einem Stufengetriebe (16), das mit der Ausgangsseite der Reibungskupplung (14) verbunden ist und das eine erste Mehrzahl von Radsätzen (30-40) zum Ein- und Auslegen von entsprechenden Vorwärtsgängen eins bis sechs und eine entsprechende Mehrzahl von formschlüssigen Schaltungskupplungen (44-45) aufweist, die mittels einer zweiten Mehrzahl von zweiten Aktuatoren (62, 64, 66) zum Ein- und Auslegen der Gänge eins bis sechs betätigbar sind, und einer Steuereinrichtung (70), die den ersten Aktuator (60) und die zweiten Aktuatoren (62, 64, 66) zueinander koordiniert ansteuert.

Dabei sind die Schalkkupplungen (44-45) so ausgelegt und die Steuereinrichtung (70) steuert die Aktuatoren (60-65) so an, daß wenigstens ein Gangwechsel erfolgt, ohn die Reibungskupplung (14) vollständig zu öffnen.



DE 199 08 602 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen automatisierten Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug, mit einer einzelnen Reibungskupplung, die mittels eines ersten Aktuators betätigbar und eingangsseitig mit einem Motor des Kraftfahrzeugs verbunden ist, einem Stufengetriebe, das mit der Ausgangsseite der Reibungskupplung verbunden ist und das eine erste Mehrzahl von Radsätzen zum Ein- und Auslegen von entsprechenden Vorwärtsgängen und eine entsprechende Mehrzahl von formschlüssigen Schaltkupplungen aufweist, die mittels einer zweiten Mehrzahl von zweiten Aktuatoren zum Ein- und Auslegen der Gänge betätigbar sind, und einer Steuereinrichtung, die den ersten Aktuator und die zweiten Aktuatoren zueinander koordiniert ansteuert.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges eines Kraftfahrzeuges, der eine einzelne Reibungskupplung, die mittels eines ersten Aktuators betätigt wird und eingangsseitig mit einem Motor des Kraftfahrzeugs verbunden ist, und ein Stufengetriebe aufweist, das mit der Ausgangsseite der Reibungskupplung verbunden ist und das eine erste Mehrzahl von Radsätzen zum Ein- und Auslegen von entsprechenden Vorwärtsgängen und eine entsprechende Mehrzahl von formschlüssigen Schaltkupplungen aufweist, die mittels einer zweiten Mehrzahl von zweiten Aktuatoren zum Ein- und Auslegen der Gänge betätigt werden, wobei bei einem Gangwechsel der erste Aktuator und zweite Aktuatoren zueinander koordiniert angesteuert werden.

Ein solcher automatisierter Antriebsstrang und ein derartiges Verfahren sind aus der WO 93/10378 bekannt.

Bei den Getrieben für Kraftfahrzeuge unterscheidet man generell zwischen Automatikgetrieben und Handschaltgetrieben.

Erstere weisen einen Drehmomentwandler und eine Mehrzahl von Planetenradsätzen auf, die mittels Bremsen und Kupplungen überschneidend angesteuert werden können, so daß die Gangwechsel ohne jeden Zugkrafteinbruch erfolgen.

Handschaltgetriebe hingegen sind als Stufengetriebe in Vorgelegebauweise ausgeführt. Bei Gangwechseln entsteht zwischen dem Zeitpunkt des Auslegens eines Ganges und dem Zeitpunkt des Einlegens eines neuen Ganges ein Zugkrafteinbruch, da eine dem Stufengetriebe zugeordnete Reibungskupplung hierbei geöffnet wird. Der Motor wird dabei also von dem Getriebe und somit auch von den Antriebsrädern vollkommen entkoppelt.

Während der bei einem Gangwechsel auftretende Zugkrafteinbruch beim Schalten von Hand als nicht besonders unangenehm empfunden wird, wird ein damit einhergehendes "Nicken" des Fahrzeugs dann als Komforteinbuße empfunden, wenn das Stufengetriebe automatisiert ist. Bei automatisiertem Stufengetriebe werden die Betätigungen der Reibungskupplung und der Schaltmuffen statt mit dem Fuß und der Hand durch von einer Steuereinrichtung koordiniert angesteuerten Aktuatoren übernommen. Da der Fahrer bei solchen automatisierten Stufengetrieben bei Gangwechseln nichts zu tun hat, wird der Zugkrafteinbruch als unkomfortabel empfunden.

Zur Linderung dieses Problems gibt es verschiedene Ansätze. Bei dem aus der eingangs genannten WO 93/10378 wird versucht, die Dauer des Zugkrafteinbruchs zu verkürzen. Dies wird erreicht durch zwei Maßnahmen. Zum einen sind bei dem dort offenbarten Getriebe, die einem Schaltpaket benachbart angeordneten zwei Gänge nicht aufeinander folgende Gänge. Zum zweiten werden die Synchronisierungen mehrerer Schaltpakete beim Gangwechsel gleichzei-

tig belastet. Mit anderen Worten erfolgt nach dem Auslegen des vorherigen Ganges die Synchronisierung auf die Drehzahl des folgenden Ganges nicht nur mittels der Synchronisierung desjenigen Ganges, sondern zusätzlich mittels der Synchronisierung eines weiteren Ganges. Hierdurch soll es möglich sein, die Schaltnebenzeiten zu verringern, es können kürzere Schaltzeiten erzielt werden. Die Dauer des Zugkrafteinbruchs wird daher verringert.

Aus der DE 44 01 812 A1 ist ein weiteres Prinzip zur Linderung des Zugkrafteinbruchs bekannt. Bei dieser Lösung wird statt einer einzelnen Reibungskupplung eingangsseitig ein Doppelkupplungssystem vorgesehen. Während die eine Reibungskupplung des Doppelkupplungssystems als Getriebeeingangswelle für die Gänge eins bis fünf ausgebildet ist, ist die zweite Reibungskupplung dem höchsten, dem sechsten Gang zugeordnet. Hierdurch kann während eines Gangwechsels in den unteren Gängen, bei denen die erste Reibungskupplung in an sich bekannter Weise zunächst vollkommen geöffnet und nach Abschluß des Gangwechsels wieder geschlossen wird, die zweite Reibungskupplung, die normalerweise geöffnet ist, kurzzeitig geschlossen werden, so daß auf die Abtriebswelle des Getriebes das Moment des sechsten Ganges gelegt werden kann.

Bei einem Gangwechsel in den unteren Gängen tritt daher immer noch ein erheblicher Zugkrafteinbruch auf, da das Moment des sechsten Ganges deutlich niedriger ist als das der unteren Gänge.

Aus der DE 29 24 656 A1 ist ein weiteres Vorgelegewellengetriebe bekannt, bei dem eingangsseitig eine einzelne Trennkupplung vorgesehen ist und bei dem dem Radsatz für den zweiten Gang keine herkömmliche Schaltkupplung, sondern eine Lamellenreibkupplung zugeordnet ist. Ferner ist das Losrad des ersten Ganges mittels eines Freilaufes an der entsprechenden Welle gelagert. Daher kann bei einem Gangwechsel vom ersten in den zweiten Gang das getriebeeingangsseitig anstehende Motormoment ohne Öffnen der Trennkupplung und ohne jeden Zugkrafteinbruch auf den zweiten Gang gelegt werden. Gangwechsel in den höheren Gängen erfolgen hingegen wieder mit Zugkrafteinbruch, da in diesen Fällen die eingangsseitige Trennkupplung geöffnet werden muß.

Ergänzend ist auf dem Gebiet solcher automatisierter Stufengetriebe mit Zugkraftunterstützung noch die DE 195 48 622 C1 zu nennen.

Schließlich sind noch die sogenannten "echten" Doppelkupplungsgetriebe bekannt, beispielsweise aus der DE 38 12 327 C2. Bei diesen Getrieben sind eingangsseitig zwei parallele Reibungskupplungen vorgesehen. Die zwei Reibungskupplungen sind zwei parallelen Zweigen des Getriebes zugeordnet, wobei die Parallelität in der Regel durch eine Hohlwellenkonstruktion erzielt wird. Die Gänge sind abwechselnd auf den einen und den anderen Antriebszweig aufgeteilt, so daß bei überschneidender Ansteuerung der zwei Kupplungen das eingangsseitig anstehende Motormoment jeweils ohne jeden Zugkrafteinbruch von dem einen Zweig auf den anderen Zweig übergeben werden kann.

Die eingangs genannte WO 93/10378 leidet an dem Nachteil, daß bei einem Gangwechsel die zentrale Reibungskupplung geöffnet wird, so daß ein als Komforteinbuße empfundener Zugkrafteinbruch bei einem Gangwechsel stattfindet, obgleich die Zeitdauer des Zugkrafteinbruchs optimiert werden kann. Bei dem Getriebe der DE 44 01 812 A1 ist der konstruktive Aufwand aufgrund der eingangsseitigen Doppelkupplung vergleichsweise hoch. Ferner kann zur Zugkraftunterstützung maximal das Moment des sechsten Ganges auf die Antriebsräder übertragen werden. Auch bei der DE 29 24 656 A1 ist der konstruktive Aufwand nicht unerheblich, insbesondere auf-

grund des Freilaufes für den ersten Gang. Bei echten Doppelkupplungsgetrieben, wie sie aus der DE 38 12 327 C2 bekannt geworden sind, entsteht nicht nur der konstruktive Aufwand einer doppelten Reibungskupplung; es ist auch eine vergleichsweise lange Hohlwellenkonstruktion notwendig, die solche Getriebe teuer macht.

Vor diesem Hintergrund besteht das der Erfindung zugrunde liegende Problem darin, einen automatisierten Antriebsstrang bzw. ein Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges für ein Kraftfahrzeug der eingangs genannten Art anzugeben, bei denen mit nur einer einzigen als Trennkupplung ausgebildeten Reibungskupplung Gangwechsel möglichst schnell und mit einer möglichst großen Zugkraftunterstützung durchführbar sind.

Diese Aufgabe wird bei dem eingangs genannten automatisierten Antriebsstrang dadurch gelöst, daß die Schaltkupplungen so ausgelegt sind und die Steuereinrichtung die Aktuatoren so ansteuert, daß wenigstens ein Gangwechsel erfolgt, ohne die Reibungskupplung vollständig zu öffnen.

Bei dem eingangs genannten Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges werden die Aktuatoren so angesteuert, daß die Reibungskupplung bei wenigstens einem Gangwechsel nicht vollständig geöffnet wird.

Die Aufgabe wird auf diese Weise vollkommen gelöst.

Durch die Abkehr von dem Gedanken, bei einem Stufengetriebe während eines Gangwechsel die eingangsseitige, als Trennkupplung ausgebildete Reibungskupplung öffnen zu müssen, wird bei der erfindungsgemäßen Lösung die Reibungskupplung nicht vollständig geöffnet, sondern bleibt entweder ganz geschlossen oder wird im schlupfenden Zustand betrieben. Hierdurch wird die treibende Verbindung zwischen Motor des Kraftfahrzeugs einerseits und Getriebe des Kraftfahrzeugs andererseits zu keinem Zeitpunkt während eines Gangwechsels aufgehoben. Durch die geeignete Auslegung der Schaltkupplungen kann der Gangwechsel so erfolgen, daß bei einem Gangwechsel bei noch eingelegtem auszulegendem Gang zunächst das anstehende Drehmoment bereits vollkommen auf die Schaltkupplung des einzulegenden Ganges umgeleitet wird. Hierdurch entsteht an der Schaltkupplung des auszulegenden Ganges für eine kurze Zeitspanne ein Zustand der - weitgehenden - Lastfreiheit, so daß sich der Gang in dieser Zeitspanne leicht auslegen läßt. Bei folgenden Synchronisierungsphase der Schaltkupplung für den einzulegenden Gang bleibt die eingangsseitige Reibungskupplung wenigstens teilweise geschlossen, so daß das vom Motor anstehende eingangsseitige Moment über die dann im Schlupfbetrieb arbeitende Reibungskupplung und die Synchronisierungsmittel für den einzulegenden Gang auf die Antriebsräder des Fahrzeugs übertragen wird.

Der erfindungsgemäße automatisierte Antriebsstrang und das entsprechende Verfahren arbeiten bei einem Gangwechsel mit Zugkraftunterstützung, im Gegensatz zu der WO 93/10378. Ferner ist es nicht notwendig, eingangsseitig zwei Reibungskupplungen vorzusehen oder gar eine Hohlwellenkonstruktion. Schließlich sind die Schaltkupplungen des Antriebsstranges formschlüssig ausgebildet, so daß die Gesamtaktuatorik bei eingelegtem Gang entlastet werden kann und keine Hilfsenergie braucht. Dies ist auch aus Sicherheits- und Wirkungsgradgründen ein wichtiger Vorteil.

Vorzugsweise ist wenigstens einer der zweiten Aktuatoren zur Ansteuerung von zwei Schaltkupplungen ausgelegt.

Durch diese Maßnahme verringert sich insgesamt der akuatorische Aufwand für die Automatisierung des Antriebsstranges.

Dabei ist es bevorzugt, wenn die zwei Schaltkupplungen Gängen zugeordnet sind, die nicht benachbart sind.

Hierdurch wird mit anderen Worten erreicht, daß benach-

barte Gänge durch unterschiedliche Aktuatoren betätigt werden und damit unabhängig voneinander ein- und ausgelegt werden können. Hierdurch wird eine größtmögliche Flexibilität bei der Steuerung der Aktuatoren des Stufengetriebes erzielt.

Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn zwischen den zwei Gängen zwei weitere Gänge liegen.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß immer zwei Gänge von einem Aktuator bedient werden, die in der Praxis niemals in Folge zu schalten sind. Da es sich vorliegend nicht um ein sequentielles Getriebe handelt, ist die Folge von Gängen bei Gangwechseln nicht auf benachbarte Gänge beschränkt. So ist es nicht nur bei Handschaltgetrieben sondern auch bei automatisierten Antriebssträngen generell möglich, einen Gangwechsel direkt von einem Gang in den übernächsten Gang durchzuführen, beispielsweise vom vierten Gang in den sechsten Gang. Durch die Maßnahme, daß zwischen den zwei Gängen, die von einem Aktuator bedient werden, zwei weitere Gänge liegen, sind Gangwechsel ohne Zugkraftunterbrechung nicht nur von einem Gang zum nächsten Gang sondern auch zum übernächsten Gang durchführbar. Allein Gangwechsel, die die zwei Schaltkupplungen betreffen, die von einem Aktuator bedient werden, können nicht nach dieser Schaltstrategie geschaltet werden, so daß hierbei eine Zugkraftunterbrechung auftreten wird. Es hat sich jedoch gezeigt, daß gerade Gangwechsel zum über-  
 15  
 20  
 25  
 30  
 35  
 40  
 45  
 50  
 55  
 60  
 65  
 66  
 67  
 68  
 69  
 70  
 71  
 72  
 73  
 74  
 75  
 76  
 77  
 78  
 79  
 80  
 81  
 82  
 83  
 84  
 85  
 86  
 87  
 88  
 89  
 90  
 91  
 92  
 93  
 94  
 95  
 96  
 97  
 98  
 99  
 100  
 101  
 102  
 103  
 104  
 105  
 106  
 107  
 108  
 109  
 110  
 111  
 112  
 113  
 114  
 115  
 116  
 117  
 118  
 119  
 120  
 121  
 122  
 123  
 124  
 125  
 126  
 127  
 128  
 129  
 130  
 131  
 132  
 133  
 134  
 135  
 136  
 137  
 138  
 139  
 140  
 141  
 142  
 143  
 144  
 145  
 146  
 147  
 148  
 149  
 150  
 151  
 152  
 153  
 154  
 155  
 156  
 157  
 158  
 159  
 160  
 161  
 162  
 163  
 164  
 165  
 166  
 167  
 168  
 169  
 170  
 171  
 172  
 173  
 174  
 175  
 176  
 177  
 178  
 179  
 180  
 181  
 182  
 183  
 184  
 185  
 186  
 187  
 188  
 189  
 190  
 191  
 192  
 193  
 194  
 195  
 196  
 197  
 198  
 199  
 200  
 201  
 202  
 203  
 204  
 205  
 206  
 207  
 208  
 209  
 210  
 211  
 212  
 213  
 214  
 215  
 216  
 217  
 218  
 219  
 220  
 221  
 222  
 223  
 224  
 225  
 226  
 227  
 228  
 229  
 230  
 231  
 232  
 233  
 234  
 235  
 236  
 237  
 238  
 239  
 240  
 241  
 242  
 243  
 244  
 245  
 246  
 247  
 248  
 249  
 250  
 251  
 252  
 253  
 254  
 255  
 256  
 257  
 258  
 259  
 260  
 261  
 262  
 263  
 264  
 265  
 266  
 267  
 268  
 269  
 270  
 271  
 272  
 273  
 274  
 275  
 276  
 277  
 278  
 279  
 280  
 281  
 282  
 283  
 284  
 285  
 286  
 287  
 288  
 289  
 290  
 291  
 292  
 293  
 294  
 295  
 296  
 297  
 298  
 299  
 300  
 301  
 302  
 303  
 304  
 305  
 306  
 307  
 308  
 309  
 310  
 311  
 312  
 313  
 314  
 315  
 316  
 317  
 318  
 319  
 320  
 321  
 322  
 323  
 324  
 325  
 326  
 327  
 328  
 329  
 330  
 331  
 332  
 333  
 334  
 335  
 336  
 337  
 338  
 339  
 340  
 341  
 342  
 343  
 344  
 345  
 346  
 347  
 348  
 349  
 350  
 351  
 352  
 353  
 354  
 355  
 356  
 357  
 358  
 359  
 360  
 361  
 362  
 363  
 364  
 365  
 366  
 367  
 368  
 369  
 370  
 371  
 372  
 373  
 374  
 375  
 376  
 377  
 378  
 379  
 380  
 381  
 382  
 383  
 384  
 385  
 386  
 387  
 388  
 389  
 390  
 391  
 392  
 393  
 394  
 395  
 396  
 397  
 398  
 399  
 400  
 401  
 402  
 403  
 404  
 405  
 406  
 407  
 408  
 409  
 410  
 411  
 412  
 413  
 414  
 415  
 416  
 417  
 418  
 419  
 420  
 421  
 422  
 423  
 424  
 425  
 426  
 427  
 428  
 429  
 430  
 431  
 432  
 433  
 434  
 435  
 436  
 437  
 438  
 439  
 440  
 441  
 442  
 443  
 444  
 445  
 446  
 447  
 448  
 449  
 450  
 451  
 452  
 453  
 454  
 455  
 456  
 457  
 458  
 459  
 460  
 461  
 462  
 463  
 464  
 465  
 466  
 467  
 468  
 469  
 470  
 471  
 472  
 473  
 474  
 475  
 476  
 477  
 478  
 479  
 480  
 481  
 482  
 483  
 484  
 485  
 486  
 487  
 488  
 489  
 490  
 491  
 492  
 493  
 494  
 495  
 496  
 497  
 498  
 499  
 500  
 501  
 502  
 503  
 504  
 505  
 506  
 507  
 508  
 509  
 510  
 511  
 512  
 513  
 514  
 515  
 516  
 517  
 518  
 519  
 520  
 521  
 522  
 523  
 524  
 525  
 526  
 527  
 528  
 529  
 530  
 531  
 532  
 533  
 534  
 535  
 536  
 537  
 538  
 539  
 540  
 541  
 542  
 543  
 544  
 545  
 546  
 547  
 548  
 549  
 550  
 551  
 552  
 553  
 554  
 555  
 556  
 557  
 558  
 559  
 560  
 561  
 562  
 563  
 564  
 565  
 566  
 567  
 568  
 569  
 570  
 571  
 572  
 573  
 574  
 575  
 576  
 577  
 578  
 579  
 580  
 581  
 582  
 583  
 584  
 585  
 586  
 587  
 588  
 589  
 590  
 591  
 592  
 593  
 594  
 595  
 596  
 597  
 598  
 599  
 600  
 601  
 602  
 603  
 604  
 605  
 606  
 607  
 608  
 609  
 610  
 611  
 612  
 613  
 614  
 615  
 616  
 617  
 618  
 619  
 620  
 621  
 622  
 623  
 624  
 625  
 626  
 627  
 628  
 629  
 630  
 631  
 632  
 633  
 634  
 635  
 636  
 637  
 638  
 639  
 640  
 641  
 642  
 643  
 644  
 645  
 646  
 647  
 648  
 649  
 650  
 651  
 652  
 653  
 654  
 655  
 656  
 657  
 658  
 659  
 660  
 661  
 662  
 663  
 664  
 665  
 666  
 667  
 668  
 669  
 670  
 671  
 672  
 673  
 674  
 675  
 676  
 677  
 678  
 679  
 680  
 681  
 682  
 683  
 684  
 685  
 686  
 687  
 688  
 689  
 690  
 691  
 692  
 693  
 694  
 695  
 696  
 697  
 698  
 699  
 700  
 701  
 702  
 703  
 704  
 705  
 706  
 707  
 708  
 709  
 710  
 711  
 712  
 713  
 714  
 715  
 716  
 717  
 718  
 719  
 720  
 721  
 722  
 723  
 724  
 725  
 726  
 727  
 728  
 729  
 730  
 731  
 732  
 733  
 734  
 735  
 736  
 737  
 738  
 739  
 740  
 741  
 742  
 743  
 744  
 745  
 746  
 747  
 748  
 749  
 750  
 751  
 752  
 753  
 754  
 755  
 756  
 757  
 758  
 759  
 760  
 761  
 762  
 763  
 764  
 765  
 766  
 767  
 768  
 769  
 770  
 771  
 772  
 773  
 774  
 775  
 776  
 777  
 778  
 779  
 780  
 781  
 782  
 783  
 784  
 785  
 786  
 787  
 788  
 789  
 790  
 791  
 792  
 793  
 794  
 795  
 796  
 797  
 798  
 799  
 800  
 801  
 802  
 803  
 804  
 805  
 806  
 807  
 808  
 809  
 810  
 811  
 812  
 813  
 814  
 815  
 816  
 817  
 818  
 819  
 820  
 821  
 822  
 823  
 824  
 825  
 826  
 827  
 828  
 829  
 830  
 831  
 832  
 833  
 834  
 835  
 836  
 837  
 838  
 839  
 840  
 841  
 842  
 843  
 844  
 845  
 846  
 847  
 848  
 849  
 850  
 851  
 852  
 853  
 854  
 855  
 856  
 857  
 858  
 859  
 860  
 861  
 862  
 863  
 864  
 865  
 866  
 867  
 868  
 869  
 870  
 871  
 872  
 873  
 874  
 875  
 876  
 877  
 878  
 879  
 880  
 881  
 882  
 883  
 884  
 885  
 886  
 887  
 888  
 889  
 890  
 891  
 892  
 893  
 894  
 895  
 896  
 897  
 898  
 899  
 900  
 901  
 902  
 903  
 904  
 905  
 906  
 907  
 908  
 909  
 910  
 911  
 912  
 913  
 914  
 915  
 916  
 917  
 918  
 919  
 920  
 921  
 922  
 923  
 924  
 925  
 926  
 927  
 928  
 929  
 930  
 931  
 932  
 933  
 934  
 935  
 936  
 937  
 938  
 939  
 940  
 941  
 942  
 943  
 944  
 945  
 946  
 947  
 948  
 949  
 950  
 951  
 952  
 953  
 954  
 955  
 956  
 957  
 958  
 959  
 960  
 961  
 962  
 963  
 964  
 965  
 966  
 967  
 968  
 969  
 970  
 971  
 972  
 973  
 974  
 975  
 976  
 977  
 978  
 979  
 980  
 981  
 982  
 983  
 984  
 985  
 986  
 987  
 988  
 989  
 990  
 991  
 992  
 993  
 994  
 995  
 996  
 997  
 998  
 999  
 1000  
 1001  
 1002  
 1003  
 1004  
 1005  
 1006  
 1007  
 1008  
 1009  
 1010  
 1011  
 1012  
 1013  
 1014  
 1015  
 1016  
 1017  
 1018  
 1019  
 1020  
 1021  
 1022  
 1023  
 1024  
 1025  
 1026  
 1027  
 1028  
 1029  
 1030  
 1031  
 1032  
 1033  
 1034  
 1035  
 1036  
 1037  
 1038  
 1039  
 1040  
 1041  
 1042  
 1043  
 1044  
 1045  
 1046  
 1047  
 1048  
 1049  
 1050  
 1051  
 1052  
 1053  
 1054  
 1055  
 1056  
 1057  
 1058  
 1059  
 1060  
 1061  
 1062  
 1063  
 1064  
 1065  
 1066  
 1067  
 1068  
 1069  
 1070  
 1071  
 1072  
 1073  
 1074  
 1075  
 1076  
 1077  
 1078  
 1079  
 1080  
 1081  
 1082  
 1083  
 1084  
 1085  
 1086  
 1087  
 1088  
 1089  
 1090  
 1091  
 1092  
 1093  
 1094  
 1095  
 1096  
 1097  
 1098  
 1099  
 1100  
 1101  
 1102  
 1103  
 1104  
 1105  
 1106  
 1107  
 1108  
 1109  
 1110  
 1111  
 1112  
 1113  
 1114  
 1115  
 1116  
 1117  
 1118  
 1119  
 1120  
 1121  
 1122  
 1123  
 1124  
 1125  
 1126  
 1127  
 1128  
 1129  
 1130  
 1131  
 1132  
 1133  
 1134  
 1135  
 1136  
 1137  
 1138  
 1139  
 1140  
 1141  
 1142  
 1143  
 1144  
 1145  
 1146  
 1147  
 1148  
 1149  
 1150  
 1151  
 1152  
 1153  
 1154  
 1155  
 1156  
 1157  
 1158  
 1159  
 1160  
 1161  
 1162  
 1163  
 1164  
 1165  
 1166  
 1167  
 1168  
 1169  
 1170  
 1171  
 1172  
 1173  
 1174  
 1175  
 1176  
 1177  
 1178  
 1179  
 1180  
 1181  
 1182  
 1183  
 1184  
 1185  
 1186  
 1187  
 1188  
 1189  
 1190  
 1191  
 1192  
 1193  
 1194  
 1195  
 1196  
 1197  
 1198  
 1199  
 1200  
 1201  
 1202  
 1203  
 1204  
 1205  
 1206  
 1207  
 1208  
 1209  
 1210  
 1211  
 1212  
 1213  
 1214  
 1215  
 1216  
 1217  
 1218  
 1219  
 1220  
 1221  
 1222  
 1223  
 1224  
 1225  
 1226  
 1227  
 1228  
 1229  
 1230  
 1231  
 1232  
 1233  
 1234  
 1235  
 1236  
 1237  
 1238  
 1239  
 1240  
 1241  
 1242  
 1243  
 1244  
 1245  
 1246  
 1247  
 1248  
 1249  
 1250  
 1251  
 1252  
 1253  
 1254  
 1255  
 1256  
 1257  
 1258  
 1259  
 1260  
 1261  
 1262  
 1263  
 1264  
 1265  
 1266  
 1267  
 1268  
 1269  
 1270  
 1271  
 1272  
 1273  
 1274  
 1275  
 1276  
 1277  
 1278  
 1279  
 1280  
 1281  
 1282  
 1283  
 1284  
 1285  
 1286  
 1287  
 1288  
 1289  
 1290  
 1291  
 1292  
 1293  
 1294  
 1295  
 1296  
 1297  
 1298  
 1299  
 1300  
 1301  
 1302  
 1303  
 1304  
 1305  
 1306  
 1307  
 1308  
 1309  
 1310  
 1311  
 1312  
 1313  
 1314  
 1315  
 1316  
 1317  
 1318  
 1319  
 1320  
 1321  
 1322  
 1323  
 1324  
 1325  
 1326  
 1327  
 1328  
 1329  
 1330  
 1331  
 1332  
 1333  
 1334  
 1335  
 1336  
 1337  
 1338  
 1339  
 1340  
 1341  
 1342  
 1343  
 1344  
 1345

Kegelsynchronisierungen sind bewährte Synchronisierungselemente und es ist vergleichsweise einfach, solche Elemente so auszulegen, daß sie für den erfindungsgemäßen Antriebsstrang geeignet sind.

Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn die Kegelsynchronisierung einen Mehrfachkonus aufweist.

Durch das Bereitstellen eines Mehrfachkonus kann die Schaltkraft der Synchronisierungseinrichtung insgesamt verringert werden. Der Synchronisierungsvorgang kann beschleunigt werden.

Es ist ferner bevorzugt, wenn die Kegelsynchronisierung einen Kegelwinkel von mehr als  $6^\circ$  aufweist.

Hierdurch läßt sich die Synchronisierungseinrichtung besser dosieren. Es kann keine Selbsthemmung auftreten.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Synchronisierungseinrichtung eine Lamellensynchronisierung auf.

Lamellensynchronisierungen sind leicht ansteuerbar und gut dosierbar.

Ferner umfaßt die Schaltkupplung einer bevorzugten Ausführungsform eine asymmetrisch angespitzte Verzahnung an einer von dem Aktuator betätigbaren Schaltmuffe.

Hierdurch lassen sich Schaltmuffe und Kupplungskörper unter Last besser einfädeln.

Ferner ist es bevorzugt, wenn die Schaltkupplung eine hinterlegungsfreie Verzahnung an einer von dem Aktuator betätigbaren Schaltmuffe oder am Kupplungskörper aufweist.

Hierdurch läßt sich der mit dieser Schaltkupplung betätigbare Gang leichter auslegen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Schaltkupplung eine hinterlegte Verzahnung an ihrem Kupplungskörper oder an der Schaltmuffe auf.

Diese Maßnahme erschwert das Auslegen des Ganges unter Last nicht.

Ferner ist es von Vorteil, wenn für die Radsätze und die zugeordneten Schaltkupplungen eine Zentralschmierung vorgesehen ist.

Hierbei treten keine Panschverluste durch den Radsatz auf wie bei einer Tauchschmierung. Die Schaltelemente werden besser und sicherer mit Öl versorgt. Ferner ist durch die Zentralschmierung gewährleistet, daß die bei einem Synchronisierungsvorgang unter Last entstehende Wärme gut abtransportiert werden kann.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es besonders bevorzugt, wenn bei dem Gangwechsel vor dem Auslegen des eingelegten Ganges eine Synchronisierungseinrichtung des einzulegenden Ganges schlupfend betätigt wird, um das getriebeeingangsseitig anstehende Moment zu übernehmen.

Durch diese Maßnahme kann bei der Schaltkupplung des eingelegten Ganges eine Zeitspanne der Lastfreiheit erreicht werden, so daß sich dieser Gang auch unter Last auslegen läßt.

Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn bei dem Gangwechsel vor dem Auslegen des eingelegten Ganges die zugeordnete Schaltkupplung in Auslegerichtung vorgespannt wird.

Durch das Vorspannen "flutscht" der auszulegende Gang aus, sobald der Zustand der Lastfreiheit erreicht ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird bei dem Gangwechsel die Reibungskupplung teilweise geöffnet und/oder das von dem Motor bereitgestellte Moment wird mittels eines Motoraktuators verringert.

Hierdurch wird das getriebeeingangsseitig anstehende Moment reduziert, um die Synchronisierungseinrichtung des einzulegenden Ganges nicht zu überlasten.

Der Motoraktuator kann üblicherweise in das Motormanagement eingreifen, um durch "elektronisches Gaswegneh-

men" das getriebeeingangsseitig anstehende Moment zu verringern.

Schließlich ist es bevorzugt, wenn hierbei nach dem Auslegen des zuvor eingelegten Ganges, nach Erreichen der Synchrondrehzahl und während des Einlegens des einzulegenden Ganges das an dem Stufengetriebe anstehende Moment kurzfristig verringert wird, um bei der Übergabe des anstehenden Momentes von der Synchronisierungseinrichtung auf das Losrad des zugeordneten Radsatzes den Aufbau von Differenzdrehzahlen zu verringern oder vollkommen zu verhindern.

Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Getriebeschema eines automatisierten Antriebsstranges gemäß einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2 ein Getriebeschema eines automatisierten Antriebsstranges gemäß einer zweiten Ausführungsform;

Fig. 3 Zeitablaufdiagramme bei einem exemplarischen Gangwechsel von eins nach zwei mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Fig. 4 einen Vergleich eines Gangwechsels gemäß der Erfindung mit dem Stand der Technik in qualitativer Hinsicht.

Ein Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug ist in Fig. 1 generell bei 10 gezeigt.

Der Antriebsstrang 10 umfaßt einen Antriebsmotor 12, insbesondere einen Verbrennungsmotor, eine als Trenn- und Anfahrkupplung ausgebildete einzelne Reibungskupplung 14 und ein Stufengetriebe 16.

Eine Motorabtriebswelle 18 ist mit einem nicht näher dargestellten Eingangsglied der Reibungskupplung 14 verbunden. Ein ebenfalls nicht näher dargestelltes Ausgangsglied der Reibungskupplung 14 ist mit einer Getriebeeingangswelle 20 verbunden.

Das Stufengetriebe 16 ist in Standardbauweise für den Längseinbau in einem Kraftfahrzeug ausgeführt und umfaßt eine konzentrisch mit der Getriebeeingangswelle 20 ausgeordnete Getriebeausgangswelle 22. Eine zu den Wellen 20, 22 parallele Vorgelegewelle ist bei 24 gezeigt.

Das Stufengetriebe 16 umfaßt sieben Radsätze 30, 32, 34, 36, 38, 40 bzw. 42 für Vorwärtsgänge eins bis sechs und einen Rückwärtsgang R.

Der Radsatz 38 für den fünften Gang ist die Konstante zwischen Getriebeeingangswelle 20 und Vorgelegewelle 24. Der fünfte Gang ist als direkter Gang ausgelegt, bei dem Getriebeeingangswelle 20 und Getriebeausgangswelle 22 direkt formschlüssig miteinander verbunden sind.

Auf der Getriebeausgangswelle 22 sind, ausgehend von dem Konstanten-Radsatz 38, die Losräder der Radsätze 34 für den dritten Gang, 32 für den zweiten Gang, 40 für den sechsten Gang, 36 für den vierten Gang, 30 für den ersten Gang und 42 für den Rückwärtsgang angeordnet. Die jeweils entsprechenden Festräder sind in der Figur nicht näher bezeichnet; sie sind drehfest mit der Vorgelegewelle 24 verbunden.

Zum Schalten der Vorwärtsgänge eins bis sechs sind Schaltkupplungen 44, 46, 48, 50, 52 und 54 vorgesehen. Dabei sind, wie dem Getriebeschema in Fig. 1 zu entnehmen ist, jeweils zwei Schaltkupplungen paarweise zusammenge-

faßt, so daß sie, in jeweils entgegengesetzte Richtungen, mittels eines Aktuator pro Schaltkupplungspaar betätigt werden können.

Die Aktuatoren des automatisierten Antriebsstranges 10 umfassen einen ersten Aktuator 60 zur Betätigung der Reibungskupplung 14. Ferner sind drei zweite Aktuatoren 62, 64, 66 für das Stufengetriebe 16 vorgesehen. Ein dritter Aktuator 68 dient zur Beeinflussung des Motors 12.

Die insgesamt fünf Aktuatoren werden von einer zentralen Steuereinrichtung 70 angesteuert. Der Aktuator 62 dient zur Betätigung der Schaltkupplungen 44, 50 für den ersten bzw. den vierten Gang. Der Aktuator 64 dient zum Betätigen der Schaltkupplungen 46, 54 für den zweiten bzw. sechsten Gang. Der Aktuator 66 dient zum Betätigen der Schaltkupplungen 48, 52 für den dritten bzw. den direkten fünften Gang.

Es ist erkennbar, daß die Radsätze 30 bis 40 und die entsprechenden Schaltkupplungen 44 bis 54 so angeordnet sind, daß kein Aktuator 62, 64, 66 aufeinanderfolgende Gänge betätigt. Statt dessen betätigt der Aktuator 62 den ersten und den vierten Gang, der Aktuator 64 den zweiten und den sechsten Gang und der Aktuator 66 den dritten und den fünften Gang. Hierbei handelt es sich um solche Gangpaare, die in der Praxis vom Fahrer niemals angefordert werden. Mit anderen Worten, es ist in der Praxis nicht üblich, vom ersten in den vierten Gang oder vom zweiten in den sechsten Gang zu schalten. Auch Schaltgänge vom dritten in den fünften Gang sind nicht üblich.

Üblich sind hingegen Gangwechsel von einem zum nächsten Gang, also von eins nach zwei, zwei nach drei usw. Ferner sind üblich Schaltungen von fünf nach drei. Diese Rückschaltungen werden vorteilhafterweise ohne Zugkraftunterstützung durchgeführt, um das Motormoment voll zur Beschleunigung der Motordrehmasse einsetzen zu können.

Für diese Art von Gangwechsel ist die genannte Anordnung von Radsätzen und Schaltkupplungen besonders geeignet, wie nachstehend noch erläutert werden wird.

Einen alternative Form eines erfindungsgemäßen Antriebsstranges 10' ist in Fig. 2 dargestellt.

Der grundsätzliche Aufbau ist identisch zu dem des Antriebsstranges 10 der Fig. 1. Soweit in Fig. 2 daher keine separaten Bezugswerte angegeben sind, unterscheidet sich diese Ausführungsform nicht von der der Fig. 1.

Bei dem Stufengetriebe 16' des Antriebsstranges 10' sind auf der Getriebeausgangswelle 22', ausgehend von dem Konstanten-Radsatz für den fünften Gang die Losräder der Radsätze 32', 34', 40', 36', 30', 42' für die Gänge 2, 3, 6, 4, 1 bzw. R angeordnet. Die entsprechenden Losräder sind wiederum drehfest mit der Vorgelegewelle verbunden.

Man erkennt, daß im Grunde lediglich die Radsätze für den zweiten und den dritten Gang vertauscht worden sind, so daß ein Aktuator 64' nunmehr zum Einlegen des dritten oder des sechsten Ganges dient. Ein Aktuator 66' dient zum Einlegen des zweiten oder des fünften Ganges.

Diese Ausführungsform ist für alle Gangwechsel gut geeignet, mit der Ausnahme der Gangwechsel 1-4, 2-5, 3-6. Man erkennt, daß in der Praxis keiner dieser drei Gangwechsel eine Bedeutung hat. In allen Fällen bedient ein Aktuator jeweils einen Gang und den überübernächsten Gang.

Die Schaltkupplungen 44 bis 54 sind bei sowohl dem Stufengetriebe 16 als auch dem Stufengetriebe 16' mit Kegel-Synchroneinheiten ausgestattet. Obgleich dies in den Figuren nicht dargestellt ist, sind die Kegel-Synchroneinheiten mit Mehrfachkonus und mit einem Kegelwinkel  $> 6,5^\circ$  ausgeführt, um die Synchroneinheiten besser dosieren zu können und um Selbsthemmungen zu vermeiden. Ferner ist in an sich üblicher Weise ein jedes Schaltkupplungspaar mit einer in Axialrichtung verschiebbaren Schaltmuffe versehen,

die von einer Schaltgabel betätigt wird. Da die Synchroneinheiten, wie nachfolgend beschrieben, höheren Schaltkräften ausgesetzt sind als bei herkömmlichen Stufengetrieben, sind verschleißoptimierte Mitnehmersteine vorgesehen. Ferner ist die schaltmuffenseitige Verzahnung der Schaltkupplungen jeweils asymmetrisch angespitzt, um ein besseres Einfädeln von Schaltmuffe und Kupplungskörper unter Last zu erzielen. Um ein leichteres Gangauslegen auch unter Last zu erreichen, ist die Verzahnung der Schaltmuffen ohne Hinterlegung ausgebildet, mit parallelen Zähnen. Andererseits sind die Kupplungskörper der jeweiligen Synchroneinheiten mit hinterlegten Verzahnungen ausgestattet. Umgekehrt kann die Verzahnung der Schaltmuffen hinterlegt sein, und die Kupplungskörper sind dann ohne hinterlegte Verzahnungen ausgebildet.

Die Aktuatoren 60, 62, 64 und 66 können elektromechanische, hydraulische oder pneumatische Aktuatoren sein. Elektromechanische Aktuatoren sind jedoch bevorzugt.

Anstelle der Ausbildung der Synchroneinheiten als Kegel-Synchroneinheiten sind alternativ auch Lamellensynchronisierungen möglich.

Ferner sind die Stufengetriebe 16, 16' jeweils mit (nicht dargestellten) Zentralschmiermitteln für die Radsätze und die Schaltelemente der Schaltkupplungen versehen, wodurch Panschverluste durch die Radsätze wie bei einer Tauchschmierung vermieden werden. Ferner werden die Schaltelemente besser und sicherer mit Öl versorgt. Von ganz entscheidender Bedeutung ist darüber hinaus, daß sich die bei einem Synchronisierungsvorgang unter Last entwickelnde Wärme effizient abgeführt werden kann. Die Zentralschmierung kann in an sich bekannter Weise durch eine mechanisch oder elektrisch angetriebene Pumpe versorgt werden.

Wie sich bereits aus dem oben Gesagten ergibt, sind die Schaltkupplungen 44 bis 54 formschlüssige Schaltkupplungen, die im geschalteten Zustand keine Hilfsenergie benötigen.

Nachfolgend wird die Betriebsweise der Antriebsstränge 10, 10' der Fig. 1 und 2 unter Bezugnahme auf Fig. 3 erläutert.

In Fig. 3 sind vier Zeitablaufdiagramme untereinander dargestellt. Das oberste Zeitablaufdiagramm zeigt das getriebeeingangsseitig anstehende Moment  $M_E$ . Darunter ist die Drehzahl  $n_M$  der Motorabtriebswelle 18 dargestellt. Darunter ist das sogenannte Synchronisierungsmoment  $M_S$  dargestellt, das an der Synchroneinheit der Schaltkupplung des einzulegenden Ganges übernommen wird.

In Fig. 3 ganz unten ist schließlich das getriebeausgangsseitig abtriebsmoment  $M_A$  dargestellt. Fig. 3 betrifft einen Gangwechsel von eins nach zwei. Die folgende Erläuterung eines solchen Gangwechsels mit den Antriebssträngen 10, 10' ist jedoch gleichermaßen auf alle anderen Hochschaltvorgänge, aber auch auf Herunterschaltvorgänge anwendbar.

Bis zum Zeitpunkt  $t_1$  fährt das Fahrzeug mit eingelegtem ersten Gang und bei geschlossener Reibungskupplung 14. Folglich steht getriebeeingangsseitig das volle Motormoment  $M_M$  an, bei einer Drehzahl von  $n_1$ .

Ein folgender Gangwechselbefehl zum Auslegen des ersten und zum Einlegen des zweiten Ganges kann beispielsweise manuell von einem Fahrer mittels einer Tasten- oder Schaltstockbetätigung erfolgen, wobei diese mechanischen Vorgänge in ein elektrisches Anforderungssignal umgesetzt werden. Ein solches Anforderungssignal kann jedoch auch von einer Steuereinrichtung 17 erzeugt werden, die beispielsweise erkennt, daß aufgrund bestehender Fahrzeugparameter und einer bestimmten Gaspedalstellung nunmehr ein Gangwechsel erforderlich ist.



Wenn nun zum Zeitpunkt  $t_1$  ein solches Anforderungssignal einen Gangwechsel in den zweiten Gang einleitet, erfolgen bis zum Zeitpunkt  $t_2$  parallel die folgenden Vorgänge. Zum einen wird der Aktuator 64 bei dem Antriebsstrang 10 (der Aktuator 66' bei dem Antriebsstrang 10') angesteuert, um die Synchronseinheit der Schaltkupplung 46 für den zweiten Gang zu belasten. Dabei übernimmt die Synchronseinheit der Schaltkupplung 46 des zweiten Ganges allmählich ein Synchronmoment  $M_S$ . Gleichzeitig wird das getriebeeingangsseitig anstehende Moment  $M_E$  verringert, entweder durch gezielten Eingriff in die Motorelektronik des Motors 12 mittels des Aktuators 68 und/oder durch teilweises Öffnen der Reibungskupplung 14 mittels des Aktuators 60. Daher fällt das Moment  $M_E$  bis zum Zeitpunkt  $t_2$  ab, jedoch nicht bis 0, so daß die Reibungskupplung 14 nicht vollständig geöffnet wird.

Parallel zu diesen Vorgängen wird, was in Fig. 3 nicht näher dargestellt ist, der Aktuator 62 vorgespannt, d. h. es wird auf die Schaltkupplung 44 für den ersten Gang eine Kraft in Richtung Auslegen des ersten Ganges ausgeübt. Da in der Zeitspanne zwischen  $t_1$  und  $t_2$  über die Schaltkupplung 44 des ersten Ganges immer noch ein gewisser Teil des anstehenden Momentes  $M_E$  übertragen wird, führt dieses Vorspannen des zugeordneten Aktuators 62 in Auslegerichtung nicht sofort dazu, daß der erste Gang ausgelegt wird. Erst dann, wenn das anstehende Moment  $M_E$  nahezu vollständig von der Synchronseinheit der Schaltkupplung 46 des zweiten Ganges übernommen worden ist ( $t_2$ ), "flutscht" der erste Gang aufgrund der Vorspannung des Aktuators 62 heraus.

In der Phase zwischen  $t_2$  und  $t_3$  erfolgt eine Synchronisierung mittels der Synchronseinheit der Schaltkupplung 46 des zweiten Ganges. Dieser Synchronisierungsvorgang erfolgt unter Last, denn getriebeeingangsseitig steht während dieser Zeitspanne ein zwar verringertes, aber nicht auf null absinkendes Teillastmoment  $M_T$  an.

Zum Zeitpunkt  $t_3$  ist die Synchrondrehzahl für den zweiten Gang erreicht. Nunmehr wird unter Last die zugeordnete Schaltmuffe durchgeschaltet, die Schaltmuffe verläßt also den Synchronkörper und stellt den Formschluß mit dem Kupplungskörper des zweiten Ganges her. Dieser Vorgang erfolgt zwar außerordentlich schnell in einer Zeitspanne, die bei  $\Delta_1$  gezeigt ist. Um jedoch zu vermeiden, daß die erreichte Synchronisierung in dieser Zeitspanne wieder verlorengeht, sich also zwischen den zu synchronisierenden Elementen wieder eine Differenzdrehzahl aufbaut, kann man das getriebeeingangsseitig anstehende Moment kurzfristig noch etwas weiter herunterregeln. Dies erfolgt entweder durch entsprechende Beeinflussung des Aktuators 60, um die Reibungskupplung 14 weiter zu öffnen, oder durch gezielten Eingriff in das Motormanagement mittels Aktuator 68. Dieser kurze Einbruch des getriebeeingangsseitigen Momentes  $M_E$  ist in Fig. 3 bei 72 dargestellt.

Auf eine solche Maßnahme kann gegebenenfalls verzichtet werden, wenn auf sonstige Weise gewährleistet wird, daß beim Durchschalten ein sicheres und komfortables Einspuren der Schaltkupplung des einzulegenden (hier zweiten) Ganges gewährleistet ist, beispielsweise durch asymmetrisches Anspitzen der Verzahnung der Schaltmuffe.

Zum Zeitpunkt  $t_3$  plus  $\Delta_1$  ist der zweite Gang formschlüssig eingelegt. Nunmehr kann die Reibungskupplung 14 wieder vollständig geschlossen werden, so daß ab  $t_4$  getriebeeingangsseitig das volle Motormoment  $M_M$  ansteht.

Beim nächsten Gangwechsel vom zweiten in den dritten Gang wird der Aktuator 64 (66' bei 10') in Auslegerichtung vorgespannt, und der Aktuator 66 (64' bei 10') wird beaufschlagt, um die Synchronseinheit der Schaltkupplung 48 des dritten Ganges zu betätigen.

Da zwischen  $t_1$  und  $t_2$  die Synchronseinheit des einzule-

genden Ganges betätigt wird, während der auszulegende Gang noch eingelegt ist, also immer im Schlupfbetrieb gearbeitet wird, kann man hierbei auch von einem "Ansynchronisieren" sprechen. Es versteht sich, daß dieses Ansynchronisieren nur mittels einer Synchronseinheit erfolgen kann, die nicht durch den Aktuator des auszulegenden Ganges betätigt wird. Daher versteht sich auch, daß zusätzlich zu der Ansynchronisierung durch die Synchronseinheit des einzulegenden Ganges eine parallele weitere Ansynchronisierung durch die Synchronseinheit eines weiteren Ganges erfolgen kann, sofern der zugeordnete Aktuator weder dem einzulegenden noch dem auszulegenden Gang zugeordnet ist.

Ein Vergleich der erfindungsgemäßen Schaltstrategie mit dem Stand der Technik ist in qualitativer Hinsicht in Fig. 4 gezeigt.

So ist bei MA" ein ganz herkömmlicher Schaltvorgang mit einem automatisierten Antriebsstrang gezeigt, bei dem vor dem Auslegen des einen Ganges die zentrale Trenn-Reibungskupplung 14 geöffnet wird, so daß das getriebeeingangsseitig anstehende Moment und damit die Zugkraft des Fahrzeuges auf null einbricht. Erst wenn der neue Gang eingelegt ist, wird die Reibungskupplung 14 wieder geöffnet, so daß wieder ein Moment ansteht. Getriebeausgangsseitig steht also bis zum Öffnen der Trennkupplung das Moment  $M_1$  des beispielsweise ersten Ganges an. Nach dem Gangwechsel und dem erneuten Schließen der Reibungskupplung steht das Moment  $M_2$  des zweiten Ganges an.

Bei einem automatisierten Antriebsstrang mit Zugkraftunterstützung über einen parallelen Zweig, beispielsweise mit dem höchsten Gang, fällt in dem genannten Zeitraum das Abtriebsmoment  $M_A$  nicht auf null ab, sondern es wird für diesen Zeitraum ein Überbrückungsmoment  $M_U$  eines anderen Ganges, beispielsweise das Moment des sechsten Ganges übertragen. Dies ist bei  $M_A'$  gezeigt.

Bei der Erfindung, die bei  $M_A$  gezeigt ist, kann während des Gangwechsels im Überbrückungszeitraum nicht nur ein höheres Moment übertragen werden, der Gangwechsel kann auch schneller erfolgen, da viel weniger Elemente zu betätigen sind, und daher viel weniger Schaltnebenzeiten auftreten.

Aus dem vorgesagten ergibt sich, daß die Schaltkupplungen einschließlich der Synchronseinheiten jeweils als Lastschaltelemente ausgebildet sein müssen. Da der Antriebsstrang während des Schaltvorganges immer unter Last bleibt, tritt kein Entspannungsschlag auf, d. h. es ergibt sich ein verbessertes Schwingungs- und Geräuschverhalten. Da die Schaltkupplungen formschlüssig ausgebildet sind, ist im geschalteten Zustand keine Hilfsenergie erforderlich.

Es versteht sich, daß die asymmetrische Anspitzung der Schaltmuffenverzahnung dazu führt, daß diese nur in einer Drehrichtung, also vorzugsweise bei Hochschaltungen wirkt. Daher sollte die asymmetrische Anspitzung auch auf jene Gänge beschränkt werden, bei denen die größten Drehmomentsprünge zu erwarten sind, also auf den zweiten und auf den dritten Gang.

Das zu übertragende Drehmoment kann während des Gangwechsels über eine Modulation der Reibungskupplung 14 beeinflusst werden. Bei Hochschaltungen kann die kinetische Rotationsenergie des Motors für den Vortrieb ausgenutzt werden.

Es versteht sich, daß die Erfindung auch auf Getriebe mit mehr oder weniger als sechs Gängen anwendbar ist. Ferner ist sie genauso auf Getriebe anwendbar, die für den Quereinbau ausgelegt sind.

#### Patentansprüche

##### 1. Automatisierter Antriebsstrang (10) für ein Kraft-

fahrzeug, mit:

einer einzelnen Reibungskupplung (14), die mittels eines ersten Aktuators (60) betätigbar und eingangsseitig mit einem Motor (12) des Kraftfahrzeugs verbunden ist,

einem Stufengetriebe (16), das mit der Ausgangsseite der Reibungskupplung (14) verbunden ist und das eine erste Mehrzahl von Radsätzen (30-40) zum Ein- und Auslegen von entsprechenden Vorwärtsgängen (1 bis 6) und eine entsprechende Mehrzahl von formschlüssigen Schaltkupplungen (44-54) aufweist, die mittels einer zweiten Mehrzahl von zweiten Aktuatoren (62, 64, 66) zum Ein- und Auslegen der Gänge (1-6) betätigbar sind, und

einer Steuereinrichtung (70), die den ersten Aktuator (60) und die zweiten Aktuatoren (62, 64, 66) zueinander koordiniert ansteuert,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

die Schaltkupplungen (44-54) so ausgelegt sind und die Steuereinrichtung (70) die Aktuatoren (60-66) so ansteuert, daß wenigstens ein Gangwechsel erfolgt, ohne die Reibungskupplung (14) vollständig zu öffnen.

2. Antriebsstrang nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der zweiten Aktuatoren (62, 64, 66) zur Ansteuerung von zwei Schaltkupplungen (44, 50 bzw. 46, 54 bzw. 48, 52) ausgelegt ist.

3. Antriebsstrang nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei Schaltkupplungen (44, 50 bzw. 46, 54 bzw. 48, 52) Gängen (1, 4 bzw. 2, 6 bzw. 3, 5) zugeordnet sind, die nicht benachbart sind.

4. Antriebsstrang nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den zwei Gängen (1, 4 bzw. 2, 6) zwei weitere Gänge (2, 3 bzw. 3, 4, 5) liegen.

5. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 2-4, dadurch gekennzeichnet, daß das Stufengetriebe (16) sechs Vorwärtsgänge (1-6) und drei zweite Aktuatoren (62, 64, 66) aufweist, daß alle drei zweiten Aktuatoren (62, 64, 66) zur Ansteuerung von jeweils zwei Schaltkupplungen (44, 50 bzw. 46, 54 bzw. 48, 52) ausgelegt sind und daß die jeweils zwei Schaltkupplungen (44, 50 bzw. 46, 54 bzw. 48, 52) jeweils zwei Gängen (1, 4 bzw. 2, 6 bzw. 3, 5) zugeordnet sind, die nicht benachbart sind.

6. Antriebsstrang nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen sämtlichen nicht benachbarten Gangpaaren (1', 4' bzw. 2', 5' bzw. 3', 6') jeweils genau zwei weitere Gänge (2', 3' bzw. 3', 4' bzw. 4', 5') liegen.

7. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltkupplungen (44-54) jeweils eine eigene Synchronisierungseinrichtung aufweisen.

8. Antriebsstrang nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, mittels derer die Synchronisierungseinrichtungen für einen Synchronisierungsvorgang wenigstens unter Teillast geeignet sind.

9. Antriebsstrang nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Synchronisierungseinrichtung eine Kegelsynchronisierung aufweist.

10. Antriebsstrang nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kegelsynchronisierung einen Mehrfachkonus aufweist.

11. Antriebsstrang nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kegelsynchronisierung einen Kegelwinkel von mehr als 6° aufweist.

12. Antriebsstrang nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Synchronisierungseinrichtung eine Lamellensynchronisierung aufweist.

13. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 8-12, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltkupplung eine asymmetrisch angespitzte Verzahnung an einer von dem Aktuator betätigbaren Schaltmuffe aufweist.

14. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 8-13, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltkupplung eine hinterlegungsfreie Verzahnung an einer von dem Aktuator betätigbaren Schaltmuffe oder am Kupplungskörper aufweist.

15. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 8-14, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltkupplung eine hinterlegte Verzahnung an ihrem Kupplungskörper oder an der Schaltmuffe aufweist.

16. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 8-15, gekennzeichnet durch eine Zentralschmierung für die Radsätze (30-40) und die zugeordneten Schaltkupplungen (44-54).

17. Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges eines Kraftfahrzeuges, der eine einzelne Reibungskupplung (14), die mittels eines ersten Aktuators (60) betätigt wird und eingangsseitig mit einem Motor (12) des Kraftfahrzeugs verbunden ist, und ein Stufengetriebe (16) aufweist, das mit der Ausgangsseite der Reibungskupplung (14) verbunden ist und das eine erste Mehrzahl von Radsätzen (30-40) zum Ein- und Auslegen von entsprechenden Vorwärtsgängen (1 bis 6) und eine entsprechende Mehrzahl von formschlüssigen Schaltkupplungen (44-54) aufweist, die mittels einer zweiten Mehrzahl von zweiten Aktuatoren (62, 64, 66) zum Ein- und Auslegen der Gänge (1-6) betätigt werden, wobei bei einem Gangwechsel der erste Aktuator (60) und zweite Aktuatoren (62, 64, 66) zueinander koordiniert angesteuert werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktuatoren (60-66) so angesteuert werden, daß die Reibungskupplung (14) bei wenigstens einem Gangwechsel nicht vollständig geöffnet wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Gangwechsel vor dem Auslegen des eingelegten Ganges (z. B. 1) eine Synchronisierungseinrichtung des einzulegenden Ganges (z. B. 2) schlupfend betätigt wird, um das getriebeeingangsseitig anstehende Moment ( $M_M$ ) zu übernehmen.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Gangwechsel vor dem Auslegen des eingelegten Ganges (z. B. 1) zusätzlich zu der Synchronisierungseinrichtung des einzulegenden Ganges (z. B. 2) eine weitere Synchronisierungseinrichtung eines bei dem Gangwechsel nicht involvierten Ganges (z. B. 3) schlupfend betätigt wird, um das anstehende Moment ( $M_M$ ) bis zum Einlegen des einzulegenden Ganges (z. B. 2) teilweise zu übernehmen.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Gangwechsel vor dem Auslegen des eingelegten Ganges (z. B. 1) die zugeordnete Schaltkupplung (z. B. 44) in Auslegerichtung vorgespannt wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Gangwechsel die Reibungskupplung (14) teilweise geöffnet und/oder das von dem Motor (12) bereitgestellte Moment ( $M_M$ ) mittels eines Motoraktuators (68) verringert wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Auslegen des zuvor eingelegten Ganges (z. B. 1), nach dem Erreichen der Synchrohdrehzahl und während des Einlegens des einzulegenden Ganges (z. B. 2) das an dem Stufengetriebe (16) anstehende Moment kurzzeitig ( $\Delta t$ ) verringert wird, um bei der Übergabe des anstehenden Momentes

von der Synchronisierungseinrichtung auf das Losrad  
des zugeordneten Radsatzes (z. B. 32) den Aufbau von  
Differenzdrehzahlen zu verringern.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

5

10

15

20

25

30

35

40

45

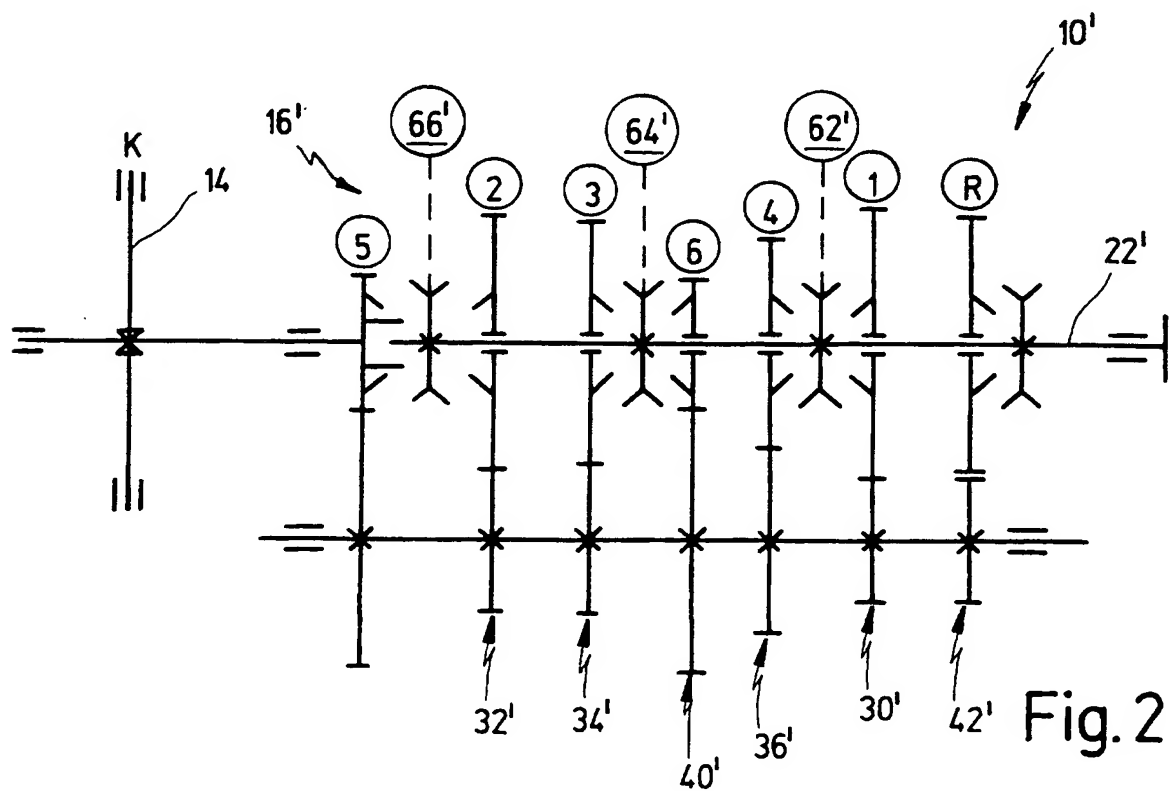
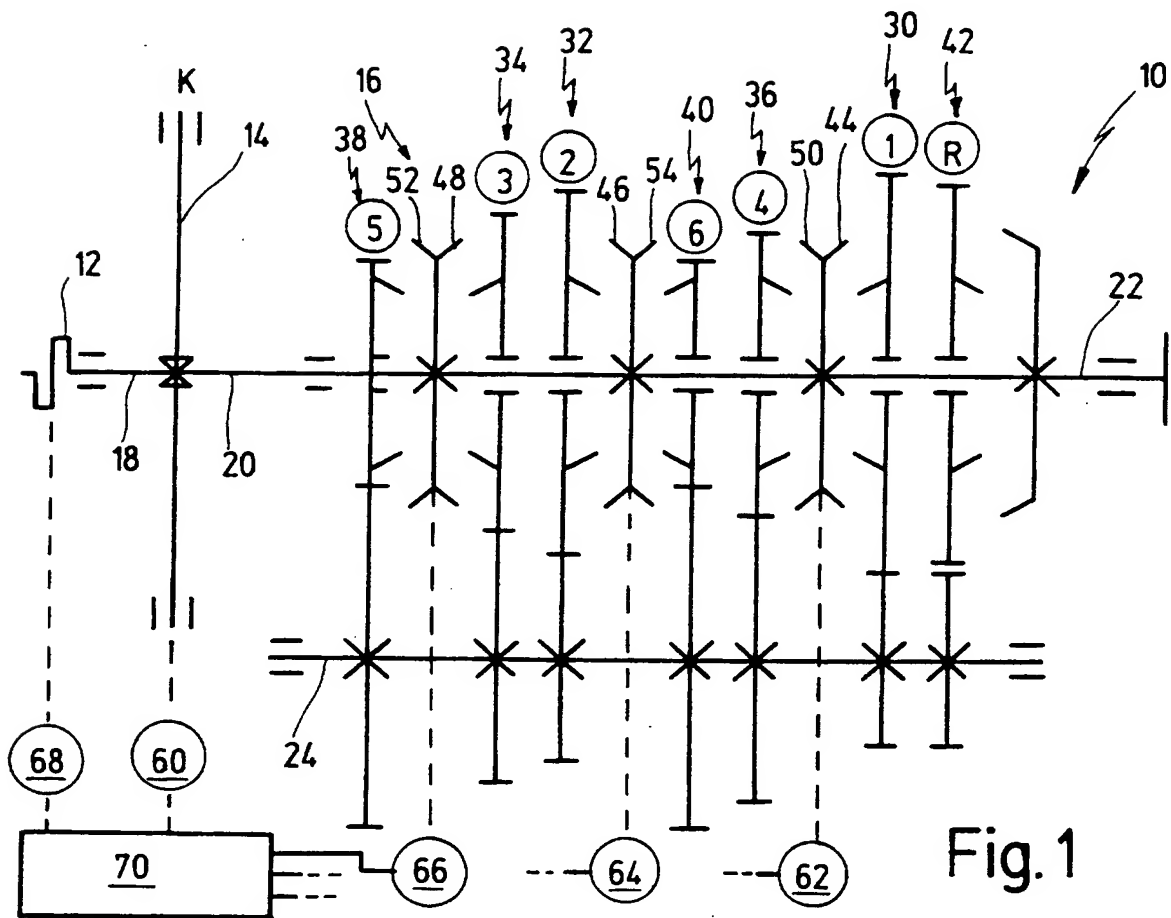
50

55

60

65





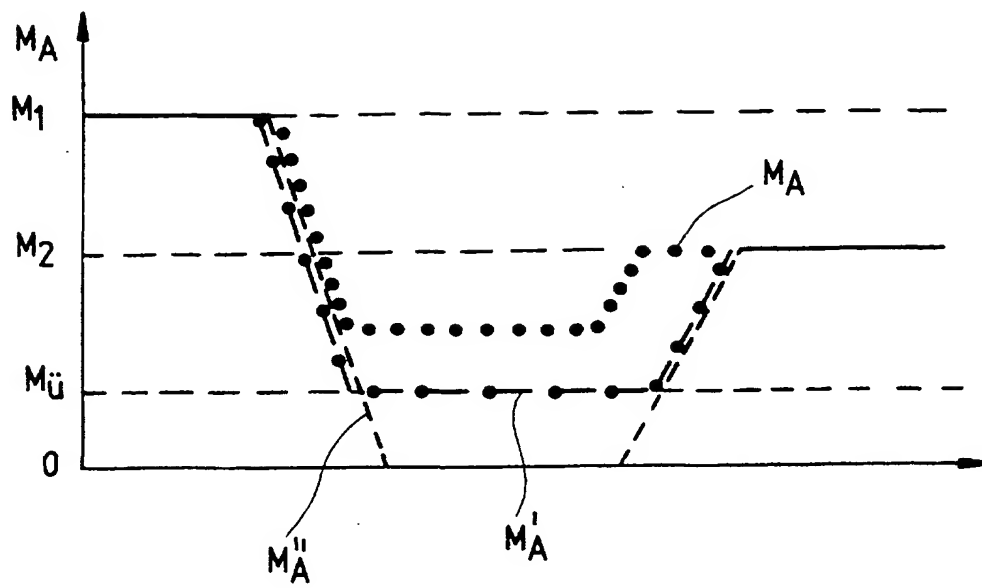


Fig. 4

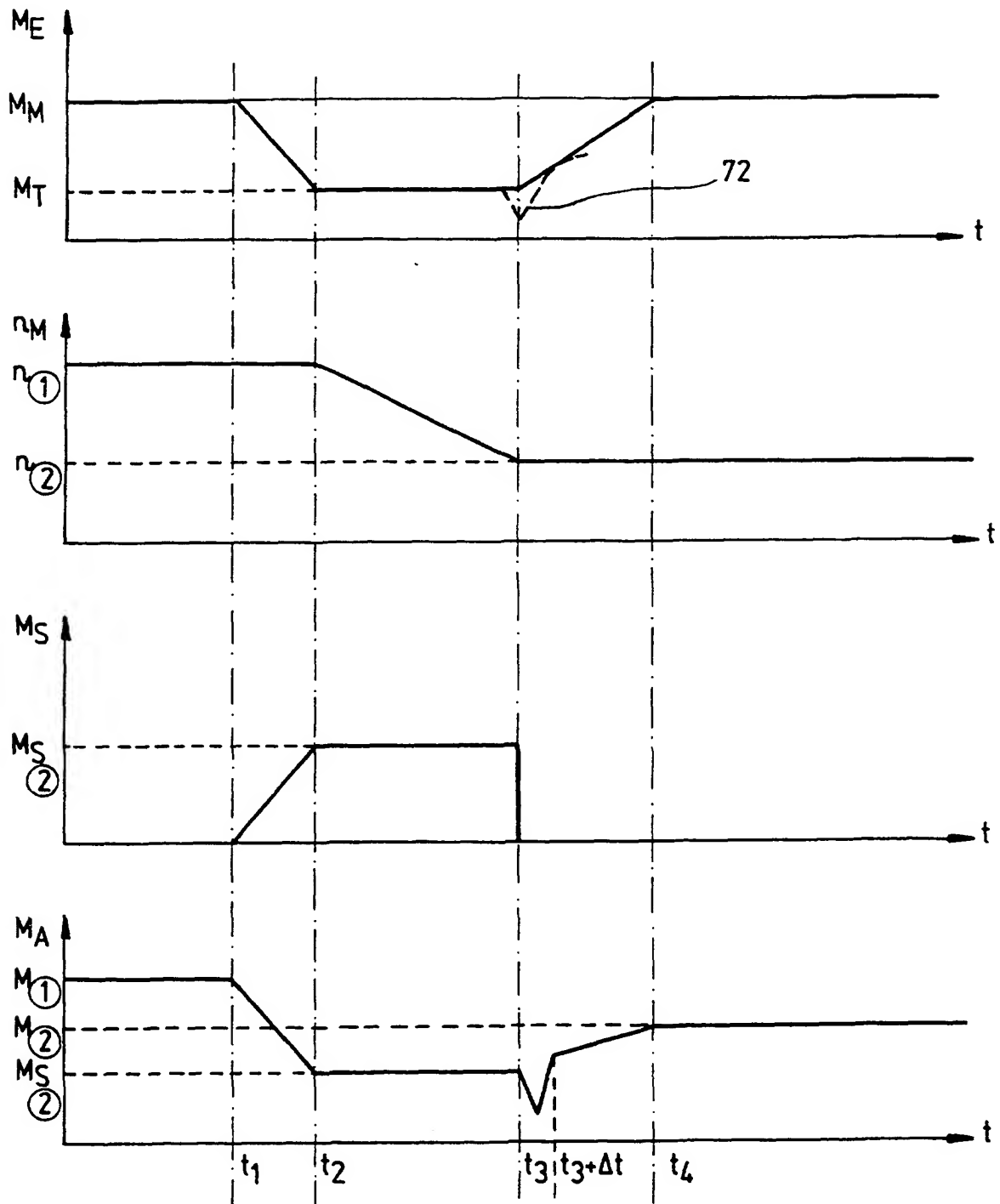


Fig. 3

- Leerseite -